



# 稀土检测 综合解决方案

从实验室到现场全方位检测



钢研纳克检测技术股份有限公司

NCS TESTING TECHNOLOGY CO., LTD.



## 概述

稀土是元素周期表中 57-71 号的 15 个镧系元素和同处在第三副族的 21 号元素钪与 39 号元素钇的统称。稀土元素由于其优良的光电磁等物理特性，有工业“黄金”之称。

中国是稀土资源大国，也是世界上大部分的中、重稀土产地，有完备的稀土产业链条。稀土工业流程，可分为稀土开采、冶炼分离、稀土深加工和稀土废料资源回收等环节。

稀土行业的发展和智能制造水平，很大程度上受限于检测仪器和测试手段的发展程度。因此，生产工艺流程的稳定和产品质量的提高需要借助于先进的检测手段来实现。通过实验室检测手段控制稀土产品质量，在线检测等方式实现工艺状态的可视化，为调整工艺和保证产品质量提供必要手段。

稀土行业全流程检测的领跑者钢研纳克，依据国内稀土产业全方位的检测需求，开发出了稀土先进检测设备和方法体系。这些设备和方法在稀土矿石分析、冶炼分离料液的在线 / 离线检测、高纯稀土产品分析、稀土深加工产品检测和稀土废料回收等方面，均能够通过迅捷、完整的检测服务，解决您遇到的各种检测难题，为您提供稀土检测的整体解决方案。



# CONTENTS

## 目录 ▼

---

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、稀土采选过程与矿产品检测        | 03 |
| 1.1 稀土现场勘探            |    |
| 1.2 矿产品现场检测与实验室准确定量分析 |    |

---

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 二、稀土冶炼分离与高纯稀土氧化物检测       | 05 |
| 2.1 稀土冶炼分离过程检测           |    |
| 2.2 高纯稀土氧化物 / 稀土料液 实验室检测 |    |

---

|                |    |
|----------------|----|
| 三、稀土金属检测       | 08 |
| 3.1 稀土金属快筛分级   |    |
| 3.2 稀土金属准确定量分析 |    |
| 3.3 熔态稀土冶炼过程分析 |    |
| 3.4 高纯稀土金属分析   |    |

---

|                 |    |
|-----------------|----|
| 四、稀土深加工产品检测     | 12 |
| 4.1 钕铁硼中气体元素的测定 |    |
| 4.2 合金中稀土元素的检测  |    |
| 4.3 催化剂中稀土元素检测  |    |

---

|             |    |
|-------------|----|
| 五、稀土废料回收检测  | 16 |
| 5.1 钕铁硼废料回收 |    |
| 5.2 荧光粉废料检测 |    |

---

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 钢研纳克参与起草或者验证的<br>部分稀土国家 / 行业标准 (已发布标准) | 18 |
|----------------------------------------|----|

---

|              |    |
|--------------|----|
| 钢研纳克稀土行业典型客户 | 18 |
|--------------|----|

## 稀土采选过程与矿产品检测



从现场勘探、稀土采选到稀土矿产品质量检测，钢研纳克为您提供完整稀土检测服务。

### 1、稀土现场勘探

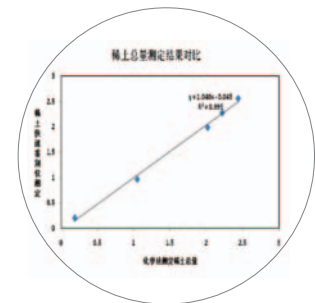
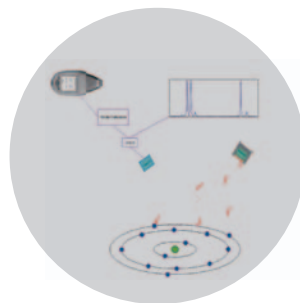
轻稀土矿多以氟碳铈矿、独居石等形式存在。稀土矿脉一般品位在 1%~10% 之间。南方离子型稀土矿以离子吸附的形式存在，成矿品位在 0.01%~0.1% 左右。稀土勘探可以探明矿石品位，是矿山采选的基础。矿区样品一般需要带回实验室分析，分析周期较长。

#### 钢研纳克推荐解决方案

使用钢研纳克专利产品“稀土快速鉴别仪”对稀土含量进行现场定量分析。手持式“稀土快速鉴别仪”基于 X 荧光的基本原理，配备进口微型 X 光管和美国火星登陆采用的高性能 SDD 探测器，可以直接对固体块状、粉末状样品进行检测，5~20 秒完成，省去了回实验室检测的步骤，快速判断矿物价值，提高作业效率。“稀土快速鉴别仪”也可用于稀土矿现场配矿环节。



解决效果



四川牦牛坪矿稀土总量对比

四川牦牛坪矿区轻稀土矿检测结果 (w/%)

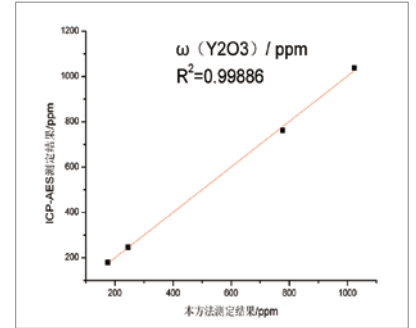
| 稀土元素含量对比       | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CeO <sub>2</sub> | Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> | Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | REO   |
|----------------|--------------------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1# 样品 ICP 值    | 0.575                          | 0.771            | 0.062                           | 0.174                          | 0.014                          | 0.002                          | 0.026                          | 0.004                         | 1.64  |
| 1# 样品 手持 XRF 值 | 0.623                          | 0.844            | 0.068                           | 0.194                          | 0.014                          | 0.003                          | 0.03                           | 0.008                         | 1.802 |
| 2# 样品 ICP 值    | 0.527                          | 0.707            | 0.058                           | 0.156                          | 0.014                          | 0.002                          | 0.024                          | 0.005                         | 1.5   |
| 2# 样品 手持 XRF 值 | 0.562                          | 0.735            | 0.056                           | 0.162                          | 0.014                          | 0.003                          | 0.028                          | 0.008                         | 1.584 |



南方离子型稀土矿  
(REO : 0.01%~0.1%)



南方离子型稀土矿现场检测结果  
(REO : 0.01%~0.1%)



Port-X300 与 Plasma-1000  
检测结果对照图

## 2、矿产品现场检测与实验室准确定量分析

稀土采选过程中要对稀土原矿、精矿和尾矿进行定量分析，依据资源回收率决定工艺调整的方向。稀土矿贸易中对轻稀土精矿品位还有一定的要求，离子型中、重稀土精矿的配分含量信息也决定了其价值，都需要检测。

### 钢研纳克推荐解决方案

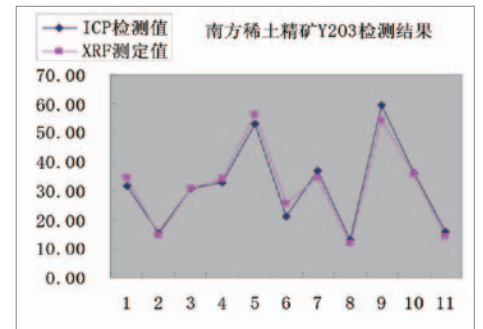
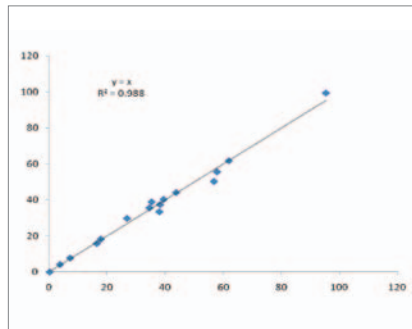
稀土矿采选和稀土矿物贸易过程中，可以采用手持式“稀土快速鉴别仪”对矿物品位进行快检并做出基本评判，进一步精确的实验室定量分析则可以选用钢研纳克“Plasma1000型电感耦合等离子体原子发射光谱仪”进行检测。



### 解决效果

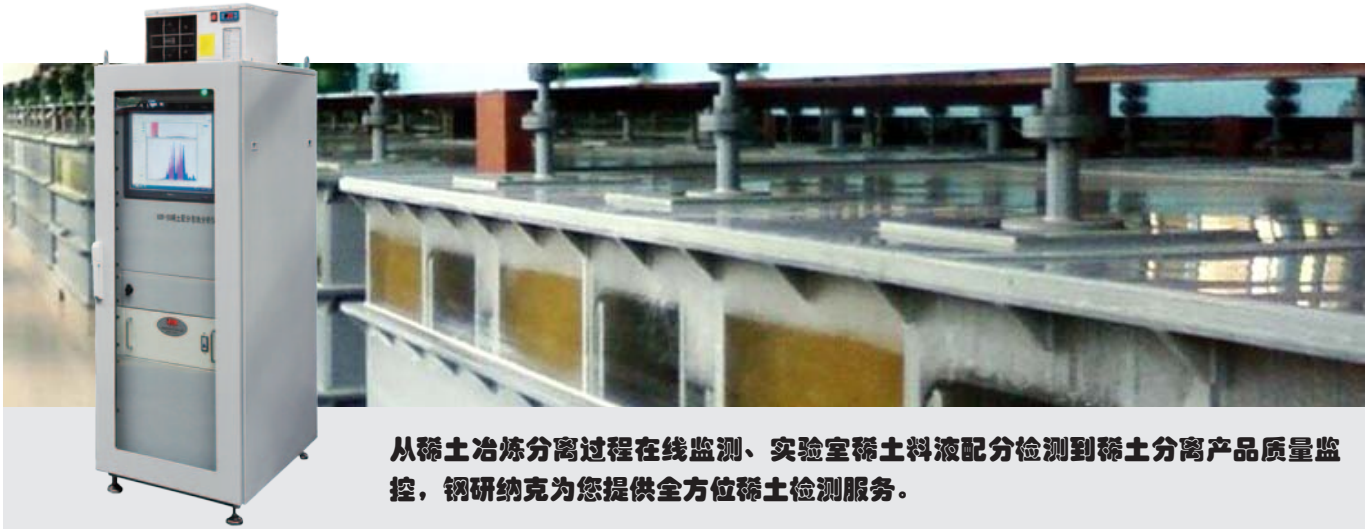


包头白云矿稀土总量检测结果对比 (X轴 稀土快速鉴别仪; Y轴 化学法)



南方离子型稀土精矿 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量检测结果  
(对比 ICP % , 11 个样品)

## 稀土冶炼分离与高纯稀土氧化物检测

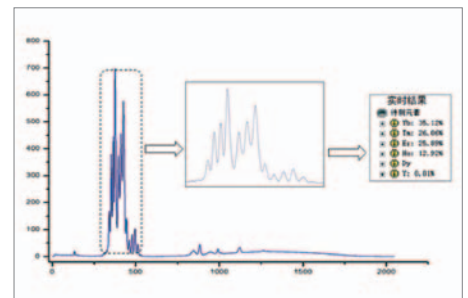
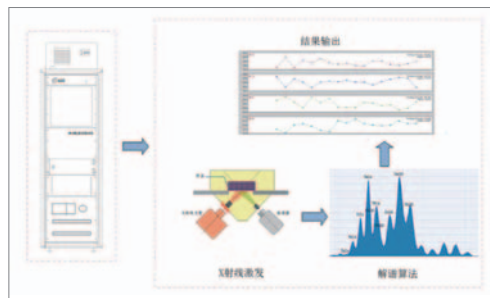


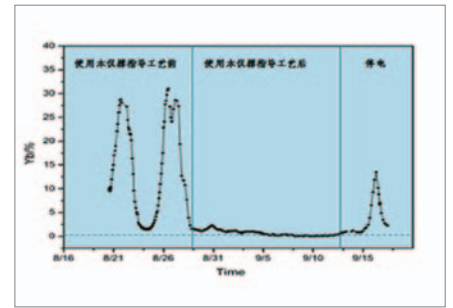
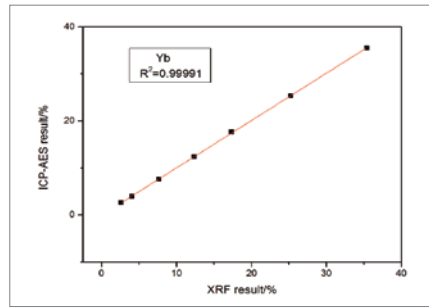
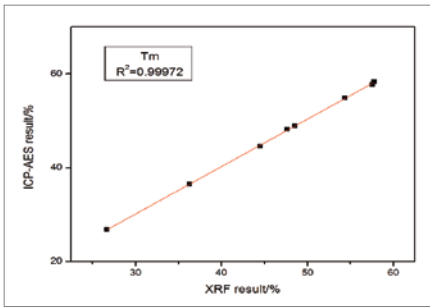
### 1、稀土冶炼分离过程检测

稀土冶炼分离是将稀土精矿中的稀土混合物分离得到单一稀土氧化物的过程。工艺上普遍采用模糊联动萃取技术，通常需要几百甚至上千级的串联槽体才能把这些稀土元素分开。一条生产线的产品通常就是下一条生产线的原料。如果分离过程出现异常就会导致槽体运行紊乱，影响产品质量。目前，普遍采用槽体取样、实验室 ICP 检测的方法进行分离情况监测，检测周期大约 0.5 天，严重滞后于工艺进程。

#### 钢研纳克推荐解决方案

除了 ICP 离线检测方法以外，可通过稀土冶炼分离过程检测在线化实现实时检测。通过钢研纳克专利产品“XOR-50 稀土配分在线分析仪”，可实时测定槽体当中的稀土配分含量。“XOR-50 稀土配分在线分析仪”基于能量色散荧光光谱的原理，通过将料液引入、引出系统实现对槽体样的实时分析，具有多元素同时检测、检测时间短、无损无耗材分析、操作简单等特点，特别适用于冶炼分离现场分析。实际检测时间小于 1 分钟，检测结果可以自动上传到指定服务器，并可在电脑或者手机上同时看到监测信息。如果进一步结合自动流量控制及反馈系统，则可以实现对稀土冶炼分离的智能控制。





重稀土料液配分含量检测 (w/%)

| 样品编号 | 测试元素 | XRF 测试结果 w/% | ICP-AES 测试结果 w/% |
|------|------|--------------|------------------|
| 1#   | Ho   | 14.47        | 14.46            |
|      | Er   | 33.52        | 33.4             |
|      | Tm   | 47.62        | 48.19            |
|      | Yb   | 4.09         | 3.95             |
| 2#   | Ho   | 14.71        | 15.13            |
|      | Er   | 31.99        | 31.93            |
|      | Tm   | 21.31        | 20.95            |
|      | Yb   | 31.72        | 31.99            |
| 3#   | Ho   | 12.33        | 12.45            |
|      | Er   | 25.56        | 25.2             |
|      | Tm   | 26.68        | 26.79            |
|      | Yb   | 35.41        | 35.55            |
| 4#   | Ho   | 12.63        | 12.39            |
|      | Er   | 27.04        | 26.65            |
|      | Tm   | 57.75        | 58.32            |
|      | Yb   | 2.56         | 2.64             |
| 5#   | Ho   | 12.54        | 12.47            |
|      | Er   | 26.53        | 26.27            |
|      | Tm   | 48.56        | 48.87            |
|      | Yb   | 12.35        | 12.38            |
| 6#   | Ho   | 12.42        | 12.45            |
|      | Er   | 26.07        | 25.69            |
|      | Tm   | 36.29        | 36.46            |
|      | Yb   | 25.21        | 25.39            |

## 2、高纯稀土氧化物 / 稀土料液的实验室检测

稀土冶炼分离的产品是高纯稀土氧化物，稀土氧化物纯度的高低直接影响了用途和价值。需要对稀土产品的非稀土杂质和稀土杂质进行准确定量分析。

### 钢研纳克推荐解决方案

可以选用钢研纳克“Plasma1000 型电感耦合等离子体原子发射光谱仪”对高纯稀土氧化物进行检测。高纯稀土产品纯度一般在 99.9% 以上，杂质含量比较少，高含量的基体元素容易对微量杂质分析带来干扰，检测要求较高。Plasma1000 型单道顺序扫描 ICP 光谱仪选用日本进口离子刻蚀全息平面光栅，刻线密度为 3600g/mm，分辨率优于 0.008nm，能够轻松分开 Hg 313.154 和 313.183nm 双线谱线。高分辨率全息平面光栅的应用可以有效减少稀土元素谱峰重叠干扰情况，有利于检测准确度和稳定性的提高。



### 解决效果

氧化镱样品分析结果 (w/%)

| 元素 | La     | Ce     | Pr      | Nd     | Sm      | Gd     | Tb      | Dy      | Ho      | Er     | Tm     | Yb      |
|----|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|
| 含量 | 0.0014 | 0.0005 | <0.0005 | 0.0020 | <0.0005 | 0.0022 | <0.001  | 0.0084  | 0.0015  | 0.0016 | 0.0036 | <0.0001 |
| 元素 | Lu     | Y      | Al      | Ca     | Cr      | Co     | Cu      | Fe      | Mn      | Ni     | Pb     | Zn      |
| 含量 | 0.0006 | 0.0010 | 0.0033  | 0.0010 | 0.0003  | 0.0050 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0008 | <0.005 | 0.0005  |

氧化钇样品分析结果 (w/%)

| 元素 | La      | Ce      | Pr     | Nd      | Sm      | Eu      | Gd      | Tb     | Dy      | Ho      | Er      | Tm      |
|----|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 含量 | 0.0005  | <0.0001 | 0.0004 | 0.0012  | <0.0001 | 0.0096  | 0.0037  | 0.0050 | <0.0001 | 0.0048  | <0.0001 | <0.0001 |
| 元素 | Yb      | Lu      | Al     | Ca      | Cr      | Co      | Cu      | Fe     | Mn      | Ni      | Pb      | Zn      |
| 含量 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0003 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0003 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0010  | <0.0001 |

氧化铈样品分析结果 (w/%)

| 元素 | La     | Pr     | Nd     | Sm      | Eu     | Gd     | Tb      | Dy     | Ho      | Er      | Tm     | Yb      |
|----|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 含量 | 0.0008 | <0.001 | 0.0016 | 0.0020  | 0.0005 | 0.0003 | <0.0005 | 0.0015 | 0.0012  | 0.0008  | 0.0014 | 0.0018  |
| 元素 | Lu     | Y      | Al     | Ca      | Cr     | Co     | Cu      | Fe     | Mn      | Ni      | Pb     | Zn      |
| 含量 | 0.0013 | 0.0005 | <0.005 | <0.0001 | 0.0036 | 0.0070 | <0.0001 | 0.0010 | <0.0001 | <0.0001 | 0.016  | <0.0001 |



# 稀土金属检测

## 1、稀土金属快筛分级

稀土金属是生产稀土功能性材料的重要原料，稀土元素配分及杂质含量的高低直接影响后续材料的性能，决定了稀土金属的等级及价格。

### 钢研纳克推荐解决方案

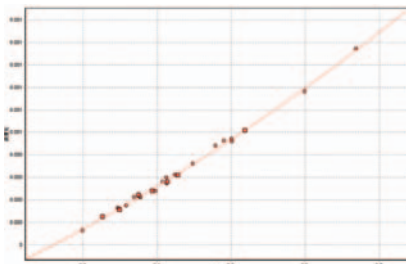
钢研纳克独创的“HSRE-1000 型稀土合金快速分析仪”可直接进行稀土金属固体检测，仅需 30s 即可同时得到其中的稀土主量元素配分及 C、Fe、Si、Mo、Al 等元素含量。相比实验室用碳硫仪测碳，ICP-AES 光谱仪测定稀土及杂质，该方法只需要 1 种设备，分析周期短，样品前处理简单，无酸碱等耗材，测试和仪器维护成本很低。选用 HSRE-1000 型稀土合金快速分析仪开发了镨钕合金、镧钕合金、镱铁合金、钆铁合金等稀土金属快速测试方法，测试结果精准，稀土主量元素检测精密密度优于 ICP-AES 光谱仪。现用镨钕合金为例说明检测效果。



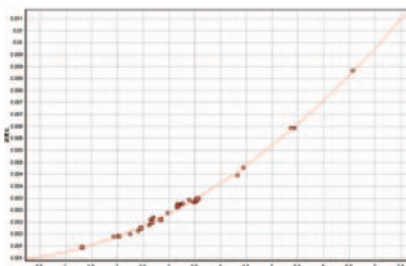
### 解决效果

稀土金属中碳、铁、镨的分析曲线

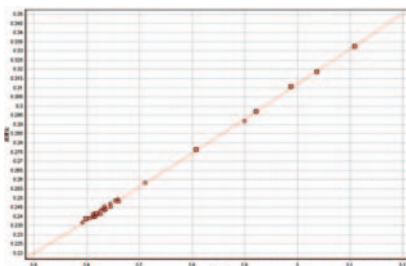
镨钕合金分析结果 (w%)



C 元素定量分析曲线

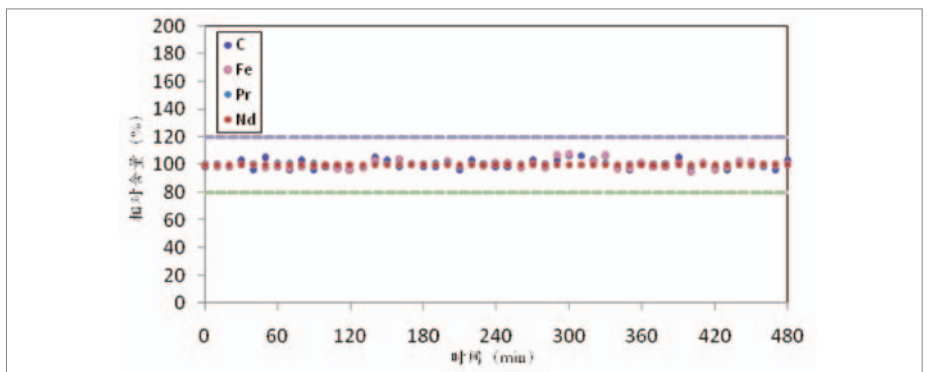


Fe 元素定量分析曲线



Pr 元素定量分析曲线

| 测定序号       | C       | Fe      | Si      | Al      | Mo      | Pr      | Nd      |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1          | 0.049   | 0.268   | 0.013   | 0.018   | 0.029   | 19.386  | 80.237  |
| 2          | 0.049   | 0.271   | 0.013   | 0.018   | 0.028   | 19.391  | 80.230  |
| 3          | 0.049   | 0.269   | 0.013   | 0.018   | 0.028   | 19.415  | 80.208  |
| 4          | 0.050   | 0.270   | 0.013   | 0.018   | 0.028   | 19.397  | 80.224  |
| 5          | 0.049   | 0.269   | 0.014   | 0.018   | 0.028   | 19.397  | 80.225  |
| 6          | 0.050   | 0.280   | 0.014   | 0.018   | 0.029   | 19.414  | 80.195  |
| 7          | 0.051   | 0.279   | 0.014   | 0.019   | 0.029   | 19.356  | 80.252  |
| 8          | 0.048   | 0.270   | 0.013   | 0.018   | 0.028   | 19.416  | 80.207  |
| 9          | 0.051   | 0.278   | 0.014   | 0.018   | 0.028   | 19.453  | 80.158  |
| 10         | 0.050   | 0.286   | 0.014   | 0.018   | 0.028   | 19.563  | 80.041  |
| 平均值 /%     | 0.0496  | 0.2740  | 0.0135  | 0.0181  | 0.0283  | 19.4088 | 80.2077 |
| 参考值 /%     | 0.0478  | 0.2732  | 0.0105  | 0.0165  | 0.028   | 19.500  | 80.124  |
| 标准偏差 SD/%  | 0.00097 | 0.00622 | 0.00053 | 0.00032 | 0.00048 | 0.05652 | 0.06083 |
| 相对标准偏差 RSD | 1.95%   | 2.27%   | 3.90%   | 1.75%   | 1.71%   | 0.29%   | 0.08%   |

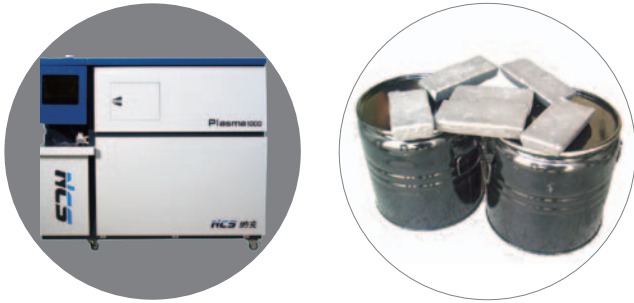


\* 相对含量 = 实时测定值 / 测定平均值 \* 100%

稀土镨钕合金 480 分钟长期稳定性测试结果

## 2、稀土金属准确定量分析

稀土金属冶炼是把稀土氧化物还原为稀土金属的过程。稀土金属中主量元素和杂质的含量决定了金属的价值。



### 钢研纳克推荐解决方案

实验室检测可以选用钢研纳克“Plasma1000 型电感耦合等离子体原子发射光谱仪”对稀土金属中元素含量进行检测。仪器配备高刻线数光栅，采用单道顺序扫描方式，对高纯稀土金属中微量杂质的测定非常适用，一般定量准确度可以达到  $\mu\text{g/g}$  级。钢研纳克对锆钨合金、镓铁合金、钆铁合金、钽铁合金等稀土合金均开发过相关的检测方法或者参与标准验证工作，现用锆钨合金为例说明检测效果。

### 解决效果

主量元素 Pr、Nd、Dy 分析线 (nm)

| 元素 | Pr      | Nd      | Dy      |
|----|---------|---------|---------|
| 谱线 | 410.072 | 430.357 | 353.171 |

稀土杂质元素分析线 (nm)

| 元素 | La      | Ce      | Sm      | Eu      | Tb      | Gd      | Ho      | Er      | Tm      | Yb      | Lu      | Y       |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 谱线 | 333.749 | 413.380 | 442.434 | 272.778 | 332.440 | 310.050 | 341.646 | 337.271 | 313.126 | 369.419 | 261.542 | 371.030 |

非稀土杂质元素分析线 (nm)

| 元素 | Si      | Ca      | Mg     | Al      | Fe      |
|----|---------|---------|--------|---------|---------|
| 谱线 | 251.612 | 393.366 | 280.27 | 237.313 | 239.562 |

稀土杂质元素检出限 ( $\mu\text{g/mL}$ )

| 元素  | La    | Ce  | Sm  | Eu    | Tb   | Gd   | Ho  | Er    | Tm    | Yb    | Lu    | Y     |
|-----|-------|-----|-----|-------|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 检出限 | 0.008 | 0.2 | 0.1 | 0.006 | 0.06 | 0.02 | 0.1 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | 0.001 | 0.005 |

非稀土杂质元素检出限 ( $\mu\text{g/mL}$ )

| 元素  | Si   | Ca    | Mg    | Al   | Fe   |
|-----|------|-------|-------|------|------|
| 检出限 | 0.05 | 0.025 | 0.005 | 0.01 | 0.05 |

实际样品分析结果 (w/%)

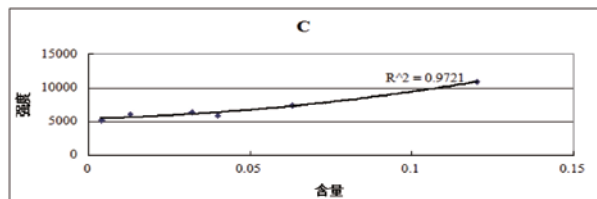
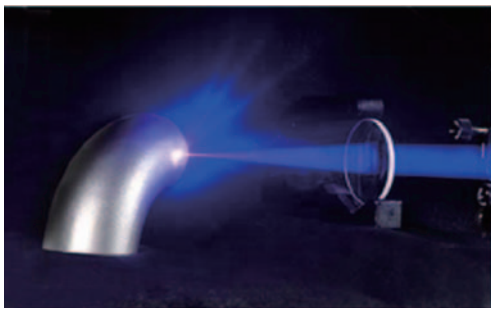
| 元素 | La     | Ce    | Sm     | Eu     | Tb     | Gd     | Ho    | Er    | Tm    | Yb    |
|----|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 含量 | 0.034  | 0.016 | 0.080  | <0.001 | <0.005 | <0.001 | 0.048 | 0.019 | 0.033 | 0.004 |
| 元素 | Lu     | Y     | Si     | Al     | Ca     | Mg     | Fe    | Pr    | Nd    | Dy    |
| 含量 | 0.0002 | 0.008 | 0.0422 | 0.0418 | 0.0116 | 0.0284 | 0.418 | 22.56 | 71.66 | 4.98  |

### 3、熔态稀土冶炼分离过程分析

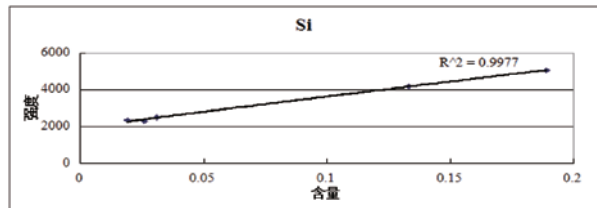
在稀土金属冶炼分离过程中，缺少对熔融的稀土金属中控制元素直接检测的手段，冶炼结束后根据实验室送检结果对产品进行质量评级。

#### 钢研纳克推荐解决方案

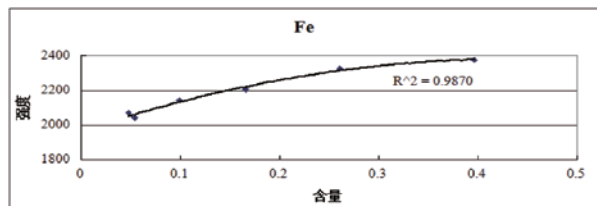
现场可以选用激光诱导击穿光谱技术对元素进行检测与控制。激光诱导击穿光谱技术通过高能激光聚焦于待测物质表面，样品被击穿形成等离子体，通过对等离子体中元素信号的提取，定性和定量分析出元素含量信息。该技术具有非接触分析、检测时间短（1分钟以内），多元素同时检测等优点，可以实现熔态金属的现场检测和工艺控制。



碳元素定量分析曲线 (w%)



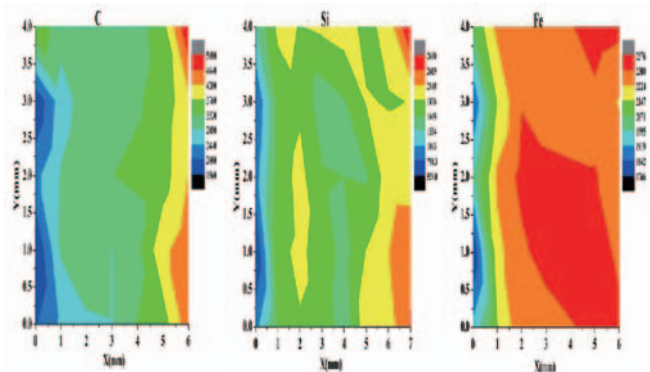
硅元素定量分析曲线 (w%)



铁元素定量分析曲线 (w%)

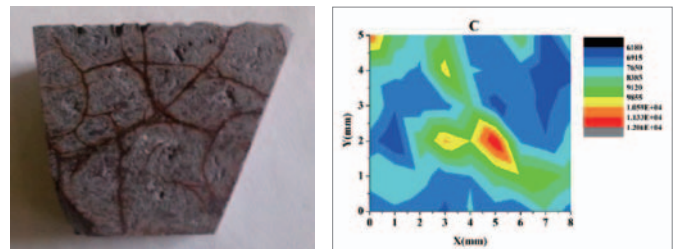
#### 解决效果

氟化锆钨层深度分析结果



氟化锆钨层中 C/Si/Fe 三元素随着深度的增加强度变化情况

氟化锆钨层与金属层交界面分析结果

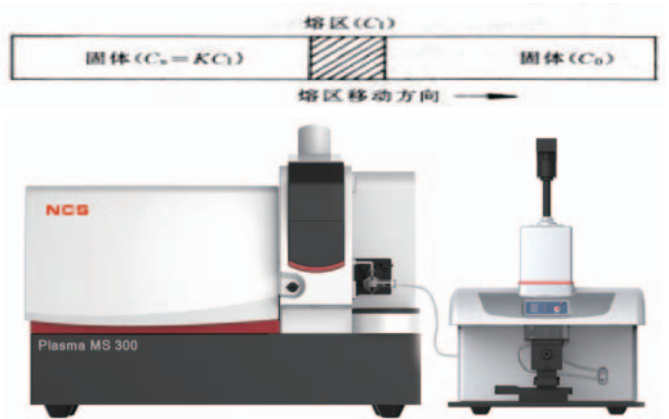
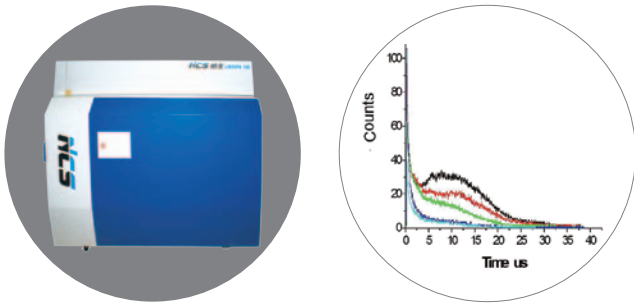


#### 4、高纯稀土金属分析

高纯稀土金属纯度一般在 5N 及以上，在光电磁等方面有广泛的应用，如激光晶体材料、发光材料、磁致伸缩材料等领域。高纯稀土金属一般通过重熔或者真空蒸馏等方法得到。超纯稀土金属在高纯金属的基础上，用固体电迁移 (SSE) 等技术进一步提纯，SSE 技术对金属棒施加稳恒电流，可以使金属料棒内的杂质发生迁移，从而会导致迁移过程的浓度差，在一端得到超纯金属。对金属钎棒内的杂质在不同电迁移区域的成分分布进行监控，对于 SSE 法提纯金属具有指导意义。

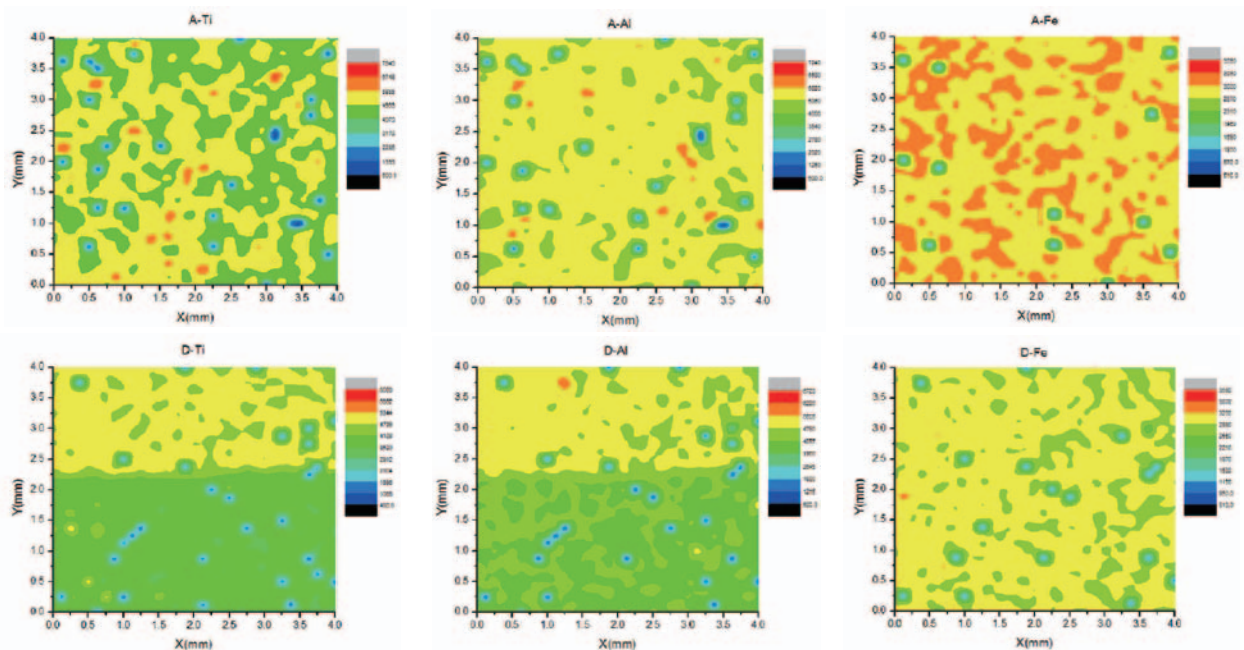
#### 钢研纳克推荐解决方案

常规的 ICP 或者 ICP-MS 分析只能给出材料宏观的含量信息，不能给出某一个特定位置的含量和元素分布信息。使用纳克专利产品“LIBSOPA-100 激光诱导击穿光谱原位分布分析仪”和 2015 年 BECIA 金奖产品“LA-ICP-MS 激光剥蚀等离子体质谱仪”可以满足此类分析的要求。LIBSOPA 分析原理是用激光激发样品表面产生等离子体，直接对等离子体光谱信号测定获得含量信息，通过三维步进电机控制得到不同位点和深度的元素统计分布信息。LA-ICP-MS 是用激光激发后测定激发物质的原子质量进行分析，检测下限更低。



#### 解决效果

D-A 段是杂质迁移的方向，在 D 段得到超纯稀土金属。从图中可以看到，D 段下方杂质元素含量很少，接近本底强度。



# 稀土深加工产品检测

## 1、钕铁硼中气体元素的测定

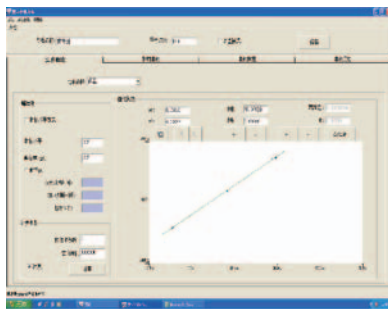
钕铁硼材料由于其优异的磁性能被称为“磁王”。钕铁硼材料中的气体元素（O、H、C、S）的含量被严格控制。氧含量偏高可能形成稀土氧化物，导致材料磁性能恶化，降低产品等级或者直接报废。氢粉碎工艺是钕铁硼磁性材料生产的重要一环，已被许多磁性材料生产厂家使用。粉碎后粉末中氢元素的含量，直接影响着后续工艺和钕铁硼磁性材料的产品质量，因此氢含量的检测也至关重要。



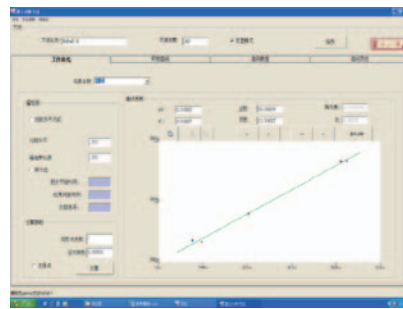
### 钢研纳克推荐解决方案

采用纳克生产的 ONH3000 型气体分析仪，利用脉冲加热 - 惰气熔融红外法原理测定钕铁硼中的氧含量，脉冲加热 - 惰气熔融热导法测定氢含量。在载气的气氛下，将试样在脉冲炉石墨坩埚中加热至特定温度，氧元素转换成一氧化碳或者二氧化碳，用红外法测定；氮和氢以分子形式释放后由载气带出进入热导池分别定量。仪器检测方法可靠，准确度高，精密度好，能准确快速地实现钕铁硼粉末、块状钕铁硼以及钕铁硼甩片等材料中氧和氢的检测。

### 解决效果



氧的工作曲线



氢的工作曲线

### 钕铁硼中氧和氢的精密度数据

| 样品名称     | 氧含量 (w%) | 氢含量 (w%) | 样品名称     | 氧含量 (w%) | 氢含量 (w%) |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1# (平均值) | 0.0509   | 0.0038   | 2# (平均值) | 0.9008   | 0.0394   |
| 1        | 0.052    | 0.0039   | 1        | 0.9      | 0.0394   |
| 2        | 0.052    | 0.0039   | 2        | 0.9049   | 0.0405   |
| 3        | 0.0519   | 0.0037   | 3        | 0.8945   | 0.0397   |
| 4        | 0.0505   | 0.0036   | 4        | 0.8979   | 0.0391   |

钕铁硼中氧和氢的精密度数据

| 样品名称       | 氧含量 (w/%) | 氢含量 (w/%) | 样品名称       | 氧含量 (w/%) | 氢含量 (w/%) |
|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| 5          | 0.0504    | 0.0038    | 5          | 0.9007    | 0.0394    |
| 6          | 0.0515    | 0.0039    | 6          | 0.9117    | 0.0387    |
| 7          | 0.0496    | 0.0039    | 7          | 0.9012    | 0.0394    |
| 8          | 0.05      | 0.0038    | 8          | 0.9158    | 0.0382    |
| 9          | 0.0501    | 0.0037    | 9          | 0.9119    | 0.039     |
| 10         | 0.0512    | 0.0037    | 10         | 0.8922    | 0.0406    |
| 11         | 0.0511    | 0.0037    | 11         | 0.8882    | 0.0397    |
| 12         | 0.0512    | 0.0039    | 12         | 0.8966    | 0.0382    |
| 13         | 0.0504    | 0.0037    | 13         | 0.9031    | 0.0405    |
| 14         | 0.0509    | 0.0038    | 14         | 0.8969    | 0.0392    |
| 15         | 0.0505    | 0.0037    | 15         | 0.8964    | 0.0392    |
| 标准偏差 SD    | 0.0008    | 0.0001    | 标准偏差 SD    | 0.0077    | 0.0007    |
| 相对标准偏差 RSD | 1.49%     | 2.68%     | 相对标准偏差 RSD | 0.85%     | 1.88%     |

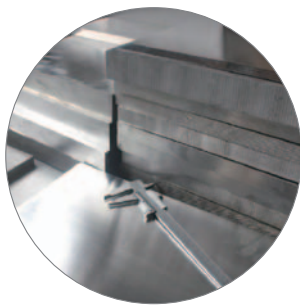
## 2、合金中稀土元素的检测

镁合金按成型方法分为变形镁合金和铸造镁合金两类，主要合金成分有镁、铝、锌、锰、硅、铜、镍、铁等元素。镁合金领域相继开发出了一系列含稀土的、具有高强、耐热、耐蚀等优异性能的镁合金。镁合金中稀土元素的添加可以起到有效地改善合金组织和微观结构、提高合金室温及高温力学性能、增强合金耐腐蚀性和耐热性。镁合金中元素成分和含量对性质有极大影响，有必要对其化学成分进行检测。



### 钢研纳克推荐解决方案

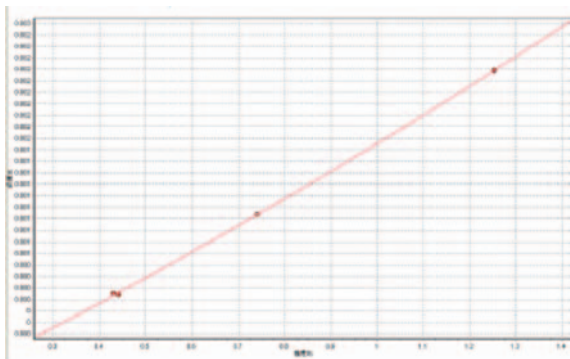
对块状稀土镁合金样品推荐用 Labspark6000 型全谱火花直读光谱仪进行测定。镁合金中稀土元素和非稀土元素的测定谱线见下表。仪器采用多个 CCD 对可用范围内的光谱谱线进行全谱扫描，检测谱线范围为 160~800 nm，分辨率优于 0.01 nm。满足谱线干扰严重的稀土元素检测需求。全新铸铁真空光室提高了仪器的稳定性和短波段元素的检出能力。



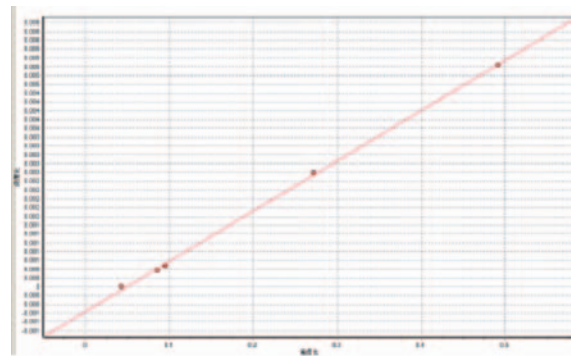
解决效果

元素谱线

| 元素     | Al    | Mn    | Zn    | Ni    | Fe    | Ag    | Zr    | La    | Nd    | Ce    | Pr    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 谱线 /nm | 176.0 | 185.3 | 206.2 | 226.4 | 232.7 | 328.1 | 339.2 | 398.9 | 406.0 | 408.5 | 418.9 |



Pr 419.1nm ( R<sup>2</sup>=0.99975 )



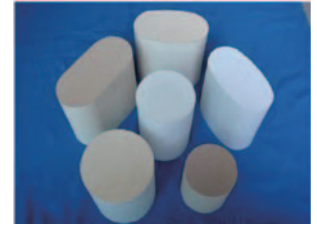
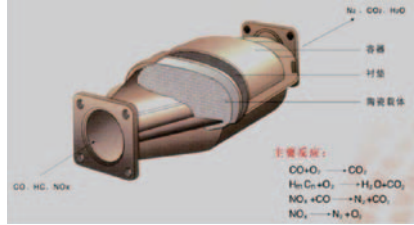
La398.8nm ( R<sup>2</sup>=0.99921 )

67XMGF4 稀土镁合金标样检测数据

| 元素      | 含量 w/% |       |       |        |       |        |       |       |       |       |       |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Al     | Mn    | Zn    | Ni     | Fe    | Ag     | Zr    | La    | Nd    | Ce    | Pr    |
| 1       | 0.077  | 0.022 | 5.054 | 0.0005 | 0.002 | 0.0002 | 0.024 | 0.475 | 0.046 | 0.815 | 0.190 |
| 2       | 0.080  | 0.023 | 5.055 | 0.0003 | 0.002 | 0.0003 | 0.025 | 0.473 | 0.047 | 0.822 | 0.192 |
| 3       | 0.076  | 0.021 | 5.033 | 0.0003 | 0.003 | 0.0002 | 0.024 | 0.469 | 0.045 | 0.816 | 0.190 |
| 4       | 0.078  | 0.021 | 5.061 | 0.0005 | 0.003 | 0.0003 | 0.024 | 0.474 | 0.049 | 0.823 | 0.192 |
| 5       | 0.075  | 0.023 | 5.030 | 0.0004 | 0.002 | 0.0003 | 0.025 | 0.467 | 0.047 | 0.811 | 0.190 |
| 6       | 0.080  | 0.021 | 5.049 | 0.0003 | 0.002 | 0.0003 | 0.025 | 0.468 | 0.052 | 0.819 | 0.189 |
| 7       | 0.083  | 0.022 | 5.041 | 0.0004 | 0.002 | 0.0003 | 0.025 | 0.469 | 0.050 | 0.814 | 0.190 |
| 8       | 0.076  | 0.024 | 5.035 | 0.0005 | 0.003 | 0.0003 | 0.025 | 0.462 | 0.051 | 0.804 | 0.193 |
| 9       | 0.077  | 0.021 | 5.040 | 0.0005 | 0.003 | 0.0002 | 0.025 | 0.464 | 0.049 | 0.800 | 0.193 |
| 10      | 0.081  | 0.024 | 5.057 | 0.0004 | 0.002 | 0.0003 | 0.024 | 0.461 | 0.047 | 0.808 | 0.192 |
| RSD/%   | 3.30   | 5.54  | 0.22  | 21.36  | 21.52 | 17.89  | 2.10  | 1.04  | 4.69  | 0.94  | 0.76  |
| 标准值 ,W% | 0.079  | 0.023 | 5.04  | 0.0003 | 0.002 | 0.0005 | 0.024 | 0.47  | 0.048 | 0.81  | 0.195 |

### 3、催化剂中稀土元素检测

汽车工业的发展为人类交通带来便利，但同时也带来严重的大气污染。安装尾气催化净化器是各国普遍采用的机外净化方法。汽车尾气净化催化剂中掺入稀土元素可以提高其高温热稳定性、降低还原温度、延长催化剂使用寿命。稀土元素添加的种类和含量对催化剂的性能影响巨大。



#### 钢研纳克推荐解决方案

汽车尾气催化剂中稀土元素和贵金属元素的检测，推荐使用钢研纳克 Plasma1000/2000 电感耦合等离子体光谱仪进行分析。Plasma2000 仪器采用中阶梯光栅和大面积 CCD 光学系统，实现了全谱瞬态直读，比顺序式 ICP 提高了检测速度。其检出限低，精密度好，动态范围宽，分析速度快等优点在汽车尾气催化剂中稀土元素和贵金属元素的检测等分析领域已得到了广泛的应用。

#### 解决效果

推荐的稀土元素分析线 (nm)

| 元素  | Ce      | La      | Pr      | Y       | Al      | Zr      |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 分析线 | 446.021 | 333.749 | 422.535 | 324.228 | 309.271 | 343.823 |

铈锆固溶体汽车尾气催化剂测定结果 (w/%)

| 样品编号 | 仪器型号       | Ce    | Zr    | La   | Pr   | Y    | Al    |
|------|------------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 1#   | plasma1000 | 12.01 | 20.70 | 3.90 | 未检出  | 1.83 | 24.16 |
| 2#   | plasma1000 | 48.62 | 21.57 | 2.54 | 5.38 | 未检出  | 未检出   |
| 3#   | plasma1000 | 23.97 | 42.20 | 4.22 | 未检出  | 3.77 | 未检出   |

汽车尾气催化剂贵金属含量分析线 (Plasma2000)

| 元素 /nm | Pt      | Rh      | Pd      |
|--------|---------|---------|---------|
| 波长     | 265.945 | 343.488 | 229.651 |

贵金属含量参考标准值对比 (Plasma2000)

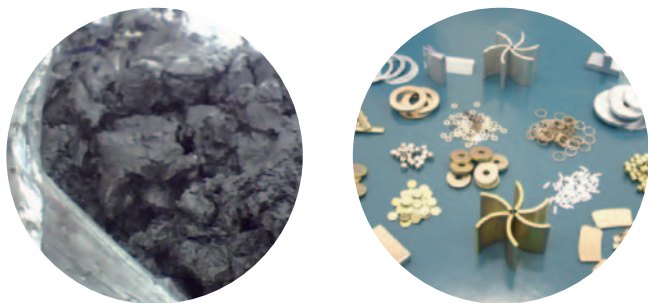
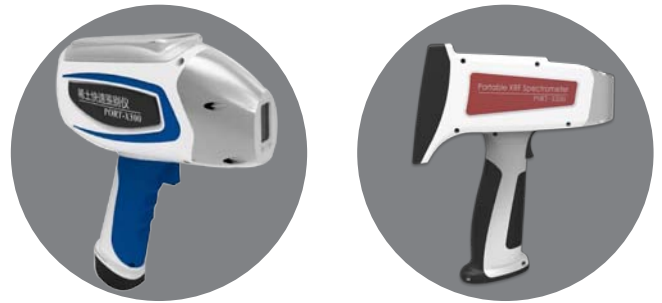
| 分析元素     | Pt (μg/g) | Rh (μg/g) | Pd (w/%) |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 样品 1 测定值 | —         | 246       | 0.495    |
| 样品 1 认定值 | —         | 255       | 0.485    |
| 样品 2 测定值 | —         | 254       | 1.241    |
| 样品 2 认定值 | —         | 252       | 1.235    |



# 稀土废料回收检测

## 1、钕铁硼废料回收

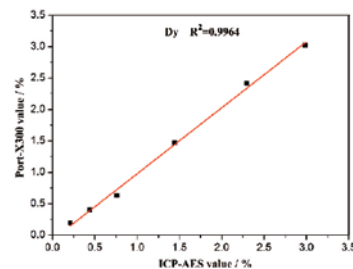
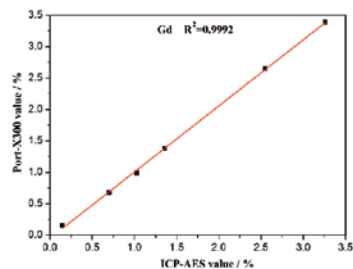
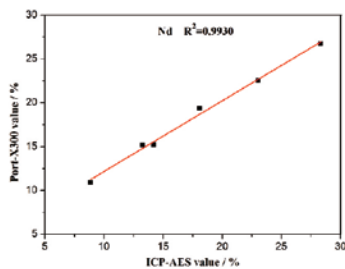
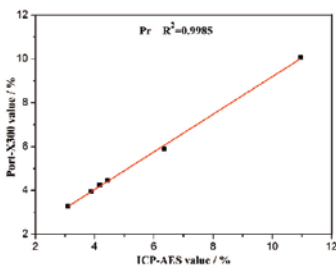
钕铁硼永磁材料因性能优异而被称为“永磁王”，广泛应用于各领域。钕铁硼材料的生产及使用过程中会产生大约20%的废料，包括炉渣料、切削料等，其稀土氧化物总量（REO）在10%~70%之间。钕铁硼废料的回收利用对于节约资源、降低成本、环境保护具有重要意义。钕铁硼废料中稀土的总量和配分含量决定了废料的值。一般带回实验室分析，缺乏现场定量分析手段。



### 钢研纳克推荐解决方案

使用钢研纳克专利产品“稀土快速鉴别仪”对钕铁硼废料进行现场定量分析，手持式“稀土快速鉴别仪”直接对固体块状、粉末状、油泥状废料进行检测，5~20秒即可完成测试，为废料回收和贸易活动提供依据。

### 解决效果



## 2、荧光粉废料检测

近年来我国稀土发光材料等典型稀土产品的报废量日益增加，我国废弃稀土荧光粉产生量高，利用潜力巨大，不少企业已建立一些回收利用生产线。就废弃稀土荧光粉的来源而言，目前主要是废弃荧光灯和废弃阴极射线管器荧光粉两大类。其可能含有的稀土元素、其他化学元素可达到十几种，尤其是废弃荧光灯中通常混有汞、铅元素，废弃显示器荧光粉中可能混有镉、铅元素，一旦废弃处置不当，极易造成环境污染，且也会给循环利用带来诸多问题。需要对废弃荧光粉中的有益有害元素进行检测，在回收过程中分类处理。



### 钢研纳克推荐解决方案

废弃荧光粉中稀土元素和有害重元素的检测，推荐使用钢研纳克 Plasma1000/2000 电感耦合等离子体光谱仪进行分析，其检出限低，精密度好等优点在稀土荧光粉废料分析方面得到了广泛的应用。

废弃荧光粉中稀土元素分析线波长选择

| 元素   | Y       | Eu      | Ce      | Tb      | La      | Dy      | Gd      |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 波长   | 371.029 | 420.504 | 418.659 | 350.914 | 408.671 | 353.602 | 335.863 |
| / nm | 377.433 | 381.967 | 446.021 | 367.636 | 333.749 | 340.780 |         |



### 解决效果

稀土荧光粉废料检测结果

| 样品号         | Y     | Eu    | Ce    | Tb     | La     | Dy     | Gd     |
|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1# (w/%)    | 11.88 | 0.53  | 0.013 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 |
| RSD/% (11次) | 0.281 | 0.098 | 0.457 |        |        |        |        |
| 2# (w/%)    | 24.33 | 1.37  | 0.03  | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 |
| RSD/% (11次) | 0.317 | 0.034 | 0.348 |        |        |        |        |
| 3# (w/%)    | 30.54 | 1.79  | 0.04  | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 | ≤ 0.01 |
| RSD/% (11次) | 0.739 | 0.034 | 0.607 |        |        |        |        |

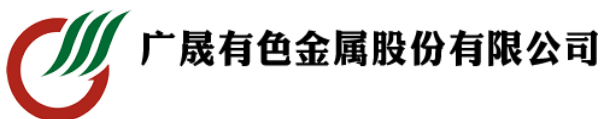
回收率结果

| 元素 | 加入量 (μg/mL) | 回收率 /% | 加入量 (mg/mL) | 回收率 /% |
|----|-------------|--------|-------------|--------|
| Y  | 0.1         | 100.2  | 0.98        | 98.5   |
| Eu | 0.1         | 99.5   | 0.1         | 97.9   |
| Ce | 0.1         | 103.5  | 0.2         | 100.08 |
| Tb | 0.1         | 100.5  | 0.1         | 98.5   |
| La | 0.1         | 95.2   | 0.1         | 99.2   |
| Dy | 0.1         | 96.7   | 0.1         | 99.3   |
| Gd | 0.1         | 95.6   | 0.1         | 99.8   |

## 钢研纳克参与起草或者验证的部分稀土国家 / 行业标准 (已发布标准)

| 标准号              | 名称                                                    | 纳克承担任务 |
|------------------|-------------------------------------------------------|--------|
| XB/T 616.3-2012  | 轧铁合金化学分析方法 第3部分: 钙、镁、铝、锰量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法          | 第二验证单位 |
| GB/T29916.3-2013 | 镧镁合金化学分析方法 高频-红外吸收法测定碳量                               | 第一验证单位 |
| GB/T29656.3-2013 | 锆铈合金化学分析方法 高频-红外吸收法测定碳量                               | 第二验证单位 |
| GB/T29656.4-2013 | 锆铈合金化学分析方法 脉冲-红外吸收法测定氧量                               | 第一验证单位 |
| GB/T29916.4-2013 | 镧镁合金化学分析方法 稀土杂质量的测定 等离子体发射光谱法                         | 第二验证单位 |
| XB/T 612.3-2009  | 钹铁硼废料化学分析方法第三部分硼、钴、铝、铜、铬、镍、锰、钛、钙、镁含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 | 第一验证单位 |
| XB/T 614.5-2011  | 轧镁合金化学分析方法 第5部分: 稀土杂质含量的测定                            | 第一验证单位 |
| XB/T 614.6-2011  | 轧镁合金化学分析方法 第6部分: 铝、钙、铜、铁、镍、硅量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法      | 第二验证单位 |
| GB/T617.3-2014   | 钹铁硼合金化学分析方法硼、铝、铜、钴、镁、硅、钙、钛、钒、铬、锰、镍、锌、镓量的测定            | 第一验证单位 |
| GB/T29656.5-2013 | 锆铈合金化学分析方法 稀土杂质量的测定                                   | 第二验证单位 |
| GB/T29656.6-2013 | 锆铈合金化学分析方法 非稀土杂质量的测定                                  | 第一验证单位 |
| GB/T29656.7-2013 | 锆铈合金化学分析方法 - 配分量的测定                                   | 第二验证单位 |
| GB/T617.5-2014   | 钹铁硼合金化学分析方法钹、铈、钼、钨量的测定                                | 第二验证单位 |

## 钢研纳克稀土行业典型客户



烟台首钢磁性材料股份有限公司



- \* 本资料归钢研纳克公司所有，未经允许不得复制；
- \* 钢研纳克公司保留变更产品设计及技术指标的权利，届时恕不另行通知；
- \* 本资料为介绍性资料，不具法律效力。

## 品质工业让世界更美好

### 钢研纳克检测技术股份有限公司

NCS TESTING TECHNOLOGY CO., LTD.

统一销售热线：400-6218-010 17800273031 (非工作时段)

地址：北京市海淀区高粱桥斜街 13 号 100081

电话：010 - 62182188

传真：010 - 62182155

网址：[www.ncs-instrument.com](http://www.ncs-instrument.com)

邮箱：[beijing@ncschina.com](mailto:beijing@ncschina.com)

售后服务热线：4006228866

010-62185005 010-62183415 010-82472910 转 894

售后服务传真：010-82470227



询价二维码



NCS- 稀土检测  
2019-Nov-12